

Silicon Control Rectifiers

Héctor M. Solís Villodas

Jorge L. Morales Ortiz

Abstracto

El *Silicon Control Rectifier* (SCR) es simplemente un rectificador convencional controlado por el *gate*. Este dispositivo es utilizado para controlar cargas resistivas. En este experimento explicaremos la operación del SCR, además de definir los conceptos de *firing angle*, *conducting angle* y mostrar cómo se afecta la carga promedio de la corriente.

I. Introducción

El *Silicon Control Rectifier* (SCR) es simplemente un rectificador convencional controlado por una señal en el *gate*. El circuito principal es un rectificador; no obstante, el uso de un voltaje *forward* no es bastante para la conducción. Una señal por el *gate* controla la conducción del rectificador. La Figura 1 presenta la representación esquemática del (SCR).



Figura 1 – Símbolo del SCR

El circuito del rectificador (ánodo-cátodo) tiene una resistencia *forward* baja y una resistencia *reverse* alta. Es controlado desde el estado de apagado (alta resistencia) hasta el estado de encendido por el *gate*. Una vez que es encendido (resistencia baja) por una señal aplicada al tercer terminal (*gate*), permanece encendido incluso después del retiro de la señal del *gate*. Para apagar un SCR en el ánodo-cátodo actual se debe reducir la corriente.

Las operaciones del SCR se pueden decir utilizando los términos de *conducting angle* y *firing delay angle*. El *conducting angle* es el número de grados de un ciclo AC donde el SCR esta encendido. El *firing delay angle* es el número de grados de un ciclo AC que le toma antes de que el SCR se encienda. Si

el *firing delay angle* fuera 60° grados, por ejemplo, el *conducting angle* sería $180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$ grados.

La mayoría de los usos del SCR están en la conmutación de la energía, el control de la fase, el interruptor y circuitos del inversor.

II. Experimento

Ensamble el circuito que se ilustra en el Diagrama 1, y ajuste la fuente AC a $7.071V_{rms}$ @ 60Hz. Luego, ajuste el potenciómetro a la resistencia máxima. Conecte los canales A y B del osciloscopio para medir el voltaje que pasa por la resistencia de $220\ \Omega$ (canal A) y el voltaje de ánodo a cátodo del SCR (canal B). Utilice HPVVEE para adquirir la imagen del osciloscopio.

Reduzca la resistencia del potenciómetro lentamente, hasta que el SCR se dispare. Adquiera la nueva imagen en HPVVEE. Continúe reduciendo la resistencia hasta que el SCR esté completamente encendido. Adquiera esta imagen en HPVVEE.

Reemplace el capacitor de $1\ \mu f$ con uno de $10\ \mu f$. Reduzca nuevamente la resistencia del potenciómetro hasta que el SCR esté completamente encendido. Adquiera la imagen del osciloscopio en HPVVEE. Simule el procedimiento anteriormente descrito en Multisim.

Cambie el canal A del osciloscopio al gate del SCR para observar el *conducting angle*. Adquiera la imagen del osciloscopio en HPVVEE. Explique los resultados.

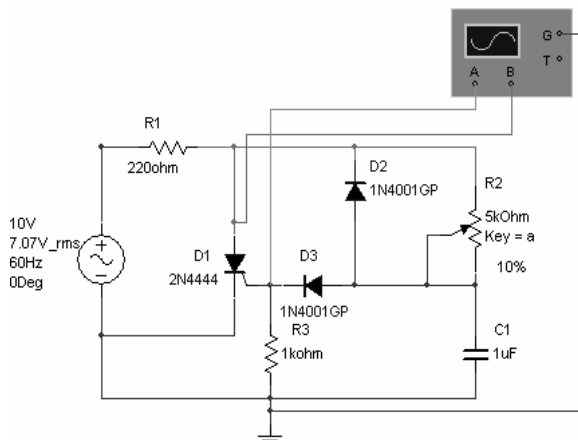
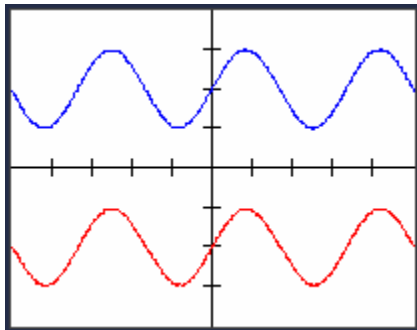


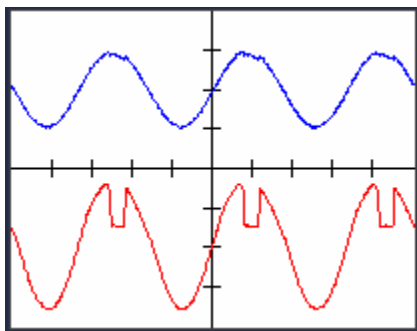
Diagrama 1 – Esquema del circuito con SCR

III. Análisis de Datos

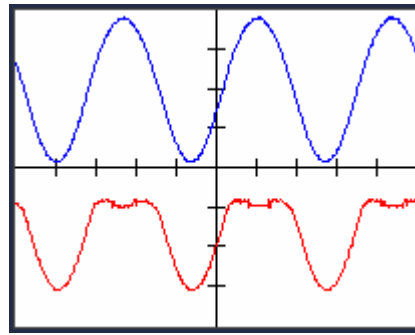
A continuación se muestran y se explican las imágenes del osciloscopio obtenidas con HPVVE durante el experimento con el uso SCR:



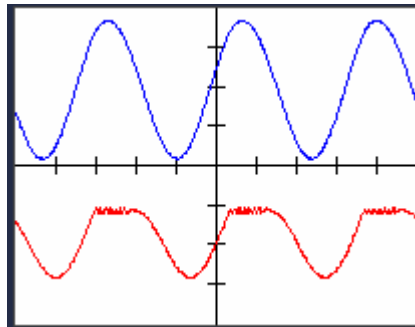
Gráfica 1 – Imagen del osciloscopio con el potenciómetro en la resistencia máxima y el capacitor de $1\mu\text{f}$ (el SCR no se dispara).



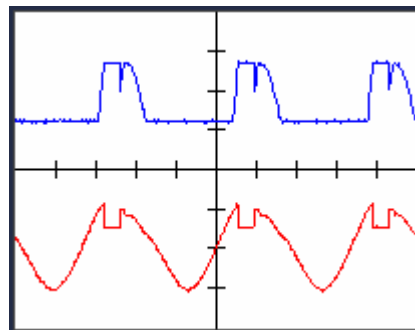
Gráfica 2 – Imagen del osciloscopio, esta vez reduciendo la resistencia del potenciómetro hasta que el SCR se dispara (capacitor de $1\mu\text{f}$).



Gráfica 3 – Imagen del osciloscopio con el potenciómetro en la resistencia mínima (el SCR está completamente encendido).



Gráfica 4 – Imagen del osciloscopio con el potenciómetro en la resistencia mínima, pero esta vez con el capacitor de $10\mu\text{f}$ (el SCR está completamente encendido).

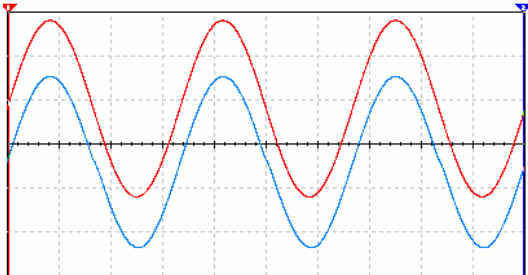


Gráfica 5 – Imagen del osciloscopio, esta vez reduciendo la resistencia del potenciómetro hasta que el SCR se dispara. El canal A está conectado al *gate* del SCR para observar el *conducting angle* (capacitor de $10\mu\text{f}$).

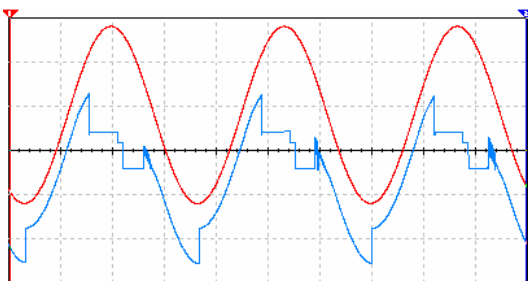
Analizando la gráficas, se obtiene que el *firing delay angle* del SCR es de aproximadamente 85° , y el *conduction angle* es entonces de 95° . Comparando la Gráfica

2, en la cual se utilizó el capacitor de 1 μf , con la Gráfica 4, en la cual se utilizó el capacitor de 10 μf , podemos notar que la caída del pico de la curva fue mayor con el capacitor de 1 μf y fue menor con el capacitor de 10 μf .

A continuación se muestran las lecturas del osciloscopio obtenidas simulando el circuito del Diagrama 1 en Multisim:



Gráfica 6 - Lectura con el potenciómetro a 100%



Gráfica 7 - Lectura cuando se disminuye la resistencia del potenciómetro hasta que se dispara el SCR

Preguntas:

1. ¿Cuál condición causará mayor cantidad de corriente en la carga, un *firing delay angle* de 30 ° o uno de 45 °? Explique su contestación.

Un *firing delay angle* de 30 ° causará mayor cantidad de corriente en la carga, debido a que el *conduction angle* será de 150 °, el cual es mayor que el producido por un *firing delay angle* de 45 °.

2. Si el *conduction angle* de un SCR es de 90 ° y deseamos duplicar la carga de

corriente, ¿cuál sería el nuevo *conduction angle*?

Para duplicar la carga del SCR el nuevo *conduction angle* será de 180 °.

3. ¿Cuál es el voltaje requerido para disparar un SCR 2N3669, donde $I_C = 20\text{mA}$ y éste tiene una resistencia de justo 200 Ω en el *gate*?

El voltaje requerido se obtiene con la siguiente fórmula:

$$V_{TD} = I_C(200\Omega) + 0.7V = (20\text{mA})(200\Omega) + 0.7V$$

$$V_{TD} = 4.7V$$

IV. Conclusión

En este experimento trabajamos con el *silicon control rectifier*, conocido mejor como SCR. La función principal del SCR es controlar corrientes dentro de un circuito. El SCR se controla a través de uno de sus terminales, conocido como el *gate*. Cuando el *gate* recibe la corriente necesaria para activar el SCR, este trabaja como una baja resistencia permitiendo el flujo de corriente de ánodo a cátodo. El resto del tiempo, es decir, cuando el SCR no está activado, la corriente no puede fluir a través del mismo. Los términos de *firing delay angle* y *conduction angle*, relacionados con el SCR, también fueron discutidos. Si conocemos el *firing delay angle* de un SCR, el *conduction angle* se obtiene al restar 180 grados menos el *firing delay angle*.

V. Referencias

(1) <http://www.americanmicrosemi.com/tutorials/scr.htm>